

Die Zeiten der Verdoppelung des Körpergewichts neugeborener Tiere.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER

MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

AN DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BERLIN.

Von

Hans Wilhelm Glasewald

aus Berlin.

Tag der Promotion: 21. Januar 1910.

Berlin 1909.

Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)

Linienstraße 158.

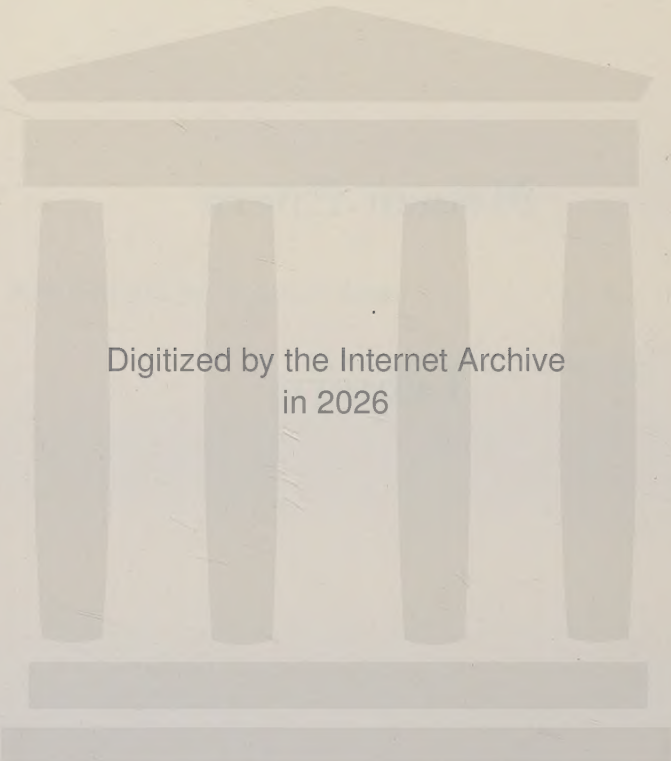
Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Referent: Prof. Dr. **Rubner.**

Meinen Eltern

und

Lehrern.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Seit Beginn wissenschaftlicher physiologischer Forschung haben die Versuche, das tierische und pflanzliche Wachstum zu erklären, eine fast ebenso große Rolle gespielt wie die Untersuchungen über andere Funktionen des Lebens.

Die Ansicht Buffons (gest. 1788 zu Paris), die verschiedenen Lebenslängen großer und kleiner Tiere ständen in Gesetzmäßigkeit zu den ebenfalls verschiedenen langen Lebensperioden: Jugend, Vollkraft und Alter, wurde zwar von Flourens 1856 zu beweisen gesucht, sogar unter Zugrundelegung anatomischer Veränderungen der Tiere während ihres Lebens, aber durch Weismanns Vortrag über die Dauer des Lebens auf der Naturforscherversammlung zu Salzburg 1882 endgültig widerlegt. Weismann wies unter Berücksichtigung Darwin'scher Gedanken darauf hin, daß die große Verschiedenheit in der Lebenslänge der Tiere nicht allein auf der körperlichen Verschiedenheit, Bau und Mischung, auch nicht auf der Körpergröße allein beruhen könne; die Lebensdauer sei vielmehr mit wenigen Ausnahmen das zur Erhaltung der Art erforderliche Mindestmaß.

Danach war es einleuchtend, daß die Länge des Lebens eines Organismus sich nicht nach der Dauer der einzelnen Entwicklungsperioden richten kann, sondern daß die eine Species relativ früher, die andere relativ später nach Beendigung der Jugendzeit das Lebensende erreicht.

Man ist also heutzutage gezwungen, ein gleichbleibendes Verhältnis zwischen Wachstumsperiode und Lebensdauer in der Tierwelt zu leugnen, und daher wird die Lösung des Problems des Wachstums auf ganz anderem Wege erstrebt: durch Vergleich der Körpergewichtskurven sowie des Stoff- und Energieumsatzes

verschiedener Tiere oder möglichst gleicher Exemplare derselben Tierart bei verschiedenen Bedingungen.

Alfr. Schaper (1) (Breslau 1902) hält zwar auf Grund der von Driesch (2) 1894 geschaffenen Unterscheidung des aktiven, durch Assimilation bedingten, und des passiven, nur Imbibition von Wasser darstellenden Wachstums die Volumzunahme für das Hauptkriterium des Wachstums eines Organismus und will unter Wachstum diejenige normale Lebenserscheinung verstanden wissen, die sich in einer bleibenden, meist (aber nicht notwendig) mit Gehaltsveränderung vereinigten Volumvergrößerung eines Organismus während der Periode seiner progressiven Entwicklung äußert. Wer sich aber mit der Untersuchung des absoluten Wachstums, des exogenen wie des endogenen, beschäftigt, also lediglich die Massenzunahme des ganzen Körpers feststellen will, wird stets die Gewichtskurve für den zuverlässigsten Index halten, zumal die Bestimmungen von Volumveränderungen bei sehr vielen Tieren schon aus technischen Gründen nicht mit der erforderlichen Genauigkeit durchführbar ist.

Die Gewichtszunahme während des Wachstums hat man in neuerer Zeit entweder mit der verbrauchten Energiemenge oder mit der Zeit in Beziehung gebracht und dabei überraschende Resultate erhalten. Einerseits ist nämlich das Grundgesetz vom konstanten Energieaufwande entdeckt worden, demzufolge die zur Erreichung relativ gleicher Körpergewichtszunahmen notwendige Kräftesumme bei wachsenden Organismen, nur mit Ausnahme des Menschen, gleich ist, und zwar ohne Rücksicht auf die Wachstumsgeschwindigkeit. Andererseits hat sich gezeigt, daß die Heranbildung großer Tierkörper allerdings länger dauert als die kleiner, daß aber zwischen Körpergröße und Wachstumszeit keine elementare Gesetzmäßigkeit besteht, man also zur Annahme einer spezifischen Wachstumsintensität der Lebewesen gezwungen ist.

Der einfachste Ausdruck für diese jeder Tierart eigene Wachstumsgeschwindigkeit ist die Zeit, in der analoge Gewichtsveränderungen erreicht werden, in der also zum Beispiel das bei der Geburt vorhandene Gewicht eines Tieres um ein bestimmtes Multiplum zunimmt.

Bunge und seine Schüler (3) haben zuerst diese Methode angewandt und bei mehreren Säugetieren den Zeitraum festgestellt, der von der Geburt bis zur Verdoppelung des Anfangsgewichtes vergeht. Es zeigte sich, wie inkonstant diese Zeiten sind.

Erst Rubner (4) gelang es, darzulegen, daß die Verschiedenheit der relativen Wachstumszeiten ihre Begründung in der Konstanz des Wachstumsquotienten findet, daß also, mit anderen Worten, die Zeiten bis zur Verdoppelung des Gewichtes der Intensität des Kraftwechsels genau umgekehrt proportional sind. Allerdings besteht auch hier wieder jene auffallende Ausnahmestellung des Menschen.

Daher könnte die Feststellung des relativen Wachstums möglichst vieler Spezies zu wichtigen physiologischen Ergebnissen führen, auch verwandtschaftliche Beziehungen größerer Gruppen von Tierarten und die Stellung des Menschen zum Ausdruck bringen. Zu diesem Zweck habe ich versucht zusammenzustellen, was bisher über die Zeiten der Verdoppelung des Körpergewichts neugeborener Tiere bekannt geworden ist, und die physiologisch möglichen Schwankungen der Verdoppelungszeiten bei zwei Tierarten, die sich zu recht genauer Untersuchung eignen, durch eigene Wägungen zu studieren, bei weißen Ratten und mehreren Rassen von Mäusen.

Die an diesen Tieren gewonnenen Resultate müssen als besonders einwandfrei in physiologischer Beziehung betrachtet werden, da hier die Verdoppelung des Gewichtes bei der Geburt noch innerhalb der Sägezeit erreicht wird, die Jungen also nur ihre von der Natur der Art bestimmte Nahrung erhalten, und da die unvermeidlichen Versuchs- und Beobachtungsfehler durch die umfangreiche Durchschnittsrechnung, die durch die relativ große Zahl der Jungen eines Wurfes ermöglicht wird, auf ein Minimum reduziert werden.

Was zunächst die über die Verdoppelungszeiten schon bekannten Tatsachen betrifft, so habe ich in der Literatur außer den schon erwähnten Bungeschen Veröffentlichungen nicht viel auffinden können.

Um mich zunächst etwas allgemeiner über die Art und Weise der Gewichtszunahmen verschiedener Organismen zu informieren, habe ich nach Arbeiten gesucht, die nicht nur das Körpergewicht während einer bestimmten, abgegrenzten Lebensperiode behandeln, sondern das Wachstum während des ganzen Lebens mehrerer Organismen in Vergleich ziehen.

In den Comptes rendus de l'académie des sciences à Paris finden sich mehrere Mitteilungen von M^{lle} Stefanowska (5): „Sur la croissance en poids du cobaye, de la souris blanche, du poulet,“ die der Aufmerksamkeit wert sind. Man darf ihnen zwar den Vorwurf machen, sich mit viel zu wenig Material und viel zu wenig Versuchen begnügt zu haben — es wurden z. B. nur 2 Individuen weiße Mäuse und nur die Brut einer Henne zur Bestimmung der Körpergewichtskurve benutzt —, sie genügen aber meines Erachtens dennoch zu dem Beweise, daß die Kurven der Gewichtszunahme unter gleichbleibender Ernährung bei ganz verschiedenen Tieren im allgemeinen übereinstimmen und je zwei Hyperbeln darstellen. Auf die zuerst stattfindende rapide Gewichtsvermehrung folgt bei einem für die betreffende Species charakteristischen Bruchteil des Maximalgewichts ein Biegungspunkt, der etwa der Mitte der Wachstumsperiode entspricht. Von da ab verlangsamt sich die Zunahme, und das Gewicht wird schließlich stationär. Weitere Untersuchungen der genannten Autorin zeigten — und diese Tatsachen wurden auf dem 6. Internationalen Physiologenkongreß zu Brüssel 1904 auch bekannt gegeben —, daß die Gewichtszunahme auch bei den höheren Pflanzen nach denselben Gesetzen erfolgt wie bei den Tieren, daß auch hier die Wachstumskurve im Stadium des rapiden Wachstums eine Hyperbel darstellt.

Damit war zwar die Gültigkeit ein und desselben Principis für das Wachstum tierischer wie pflanzlicher Organismen erwiesen, gleichzeitig aber das Zugeständnis damit verbunden, daß auf diesem Wege vergleichender Beobachtung des Gewichts während des ganzen Lebens oder während möglichst langer, nicht näher bestimmter Zeiträume weiter nichts erreicht werden kann.

Auch C. S. Minot (6), der in seiner Arbeit: „Senescence and rejuvenation on the weight of Guineapigs“

außerordentlich viele Resultate von Wägungen von im ganzen 4200 männlichen und 3840 weiblichen Meerschweinchen veröffentlicht, hat damit nur einen weiteren zahlenmäßigen Beweis für die abnehmende Wachstumstendenz, die er das Gesetz des Alterns nennt, erbracht. Nach seinen Ergebnissen steigt die zur Erreichung eines gleichen Prozentsatzes von 10% des Gewichtes bei der Geburt (70,8 g) benötigte Dauer — mit Ausnahme der langsamen Zunahme während der ersten 4 Tage — bei Meerschweinchen bis etwa zum 300. Lebenstage stetig an.

Die Beobachtung relativ gleicher Gewichtsveränderungen und der dazu gehörigen Zeiten bedeutet einen entschiedenen Fortschritt gegenüber dem umgekehrten Verfahren, das von künstlich als analog angenommenen Zeiten ausgeht und die dazu gehörende Zunahme bestimmen will, wie es auch Minot zum Vergleiche einiger Säuger mit dem Menschen anwendet. Er nimmt willkürlich an, der Mensch sei mit 25 Jahren, Meerschweinchen und Kaninchen mit 1 Jahre ausgewachsen, zählt bei jedem die Dauer des fötalen Lebens dazu und vergleicht die für diese Zeiten geltenden durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen, die nach seiner Meinung für das Meerschweinchen 1,82 g, für das Kaninchen 6,3 g und für den Menschen 6,69 g betragen. Die Übereinstimmung der Zahlen für die beiden Arten ist eine ganz interessante Tatsache, aber natürlich rein zufälliger Natur, da man ein ganz anderes Resultat bekommen würde, wenn man die 9125 Tage des Menschen und die 395 Tage des Kaninchens durch den gleichen Divisor teilte und nicht in dem einen Falle eben durch 9125, im anderen durch 395. Daß ein Tag für das Leben verschiedener Tiere nicht das gleiche bedeutet, liegt gewiß auf der Hand, und man wird einsehen, wie unmöglich es ist, für mehrere Tierspecies physiologisch-analoge Zeitintervalle herauszufinden, wenn man nicht von der Bestimmung der Gewichtsveränderungen ausgeht.

Auch dann hat man noch mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen. Hat man sich vorgenommen, gleiche Multipla analoger Anfangsgewichte als gleichbedeutend anzusehen, so entsteht die Frage: Welche körperlichen Beschaffenheiten während des Wachstums differenter Organismen sind analog? und welche hervor-

springenden anatomischen, physiologischen oder sonstigen Merkmale zeigen uns an, welches Körpergewicht wir in jedem einzelnen Falle bis zu seiner Verdoppelung, Verdreifachung oder anderer bestimmter Vervielfältigung beobachten sollen.

Das Naheliegendste wäre, vom allerersten Beginn der Lebenstätigkeit auszugehen, vom Gewicht des eben befruchteten Ovulums; aber die technische Undurchführbarkeit verbietet diese Methode.

Eine weitere Möglichkeit, an die man bei der Untersuchung von Amphibien, Reptilien und Vögeln, überhaupt eierlegender Tiere, denken könnte, ist in der Beobachtung der Gewichtsveränderungen der Eier vom Abgelegtwerden bis zum Ausschlüpfen der Jungen gegeben. Freilich sind auch hier die Aussichten schlecht wegen der von der Entwicklung des Embryos ganz unabhängigen Gewichtsveränderungen des Dottermaterials. Das haben Prévost und Dumas (7) in einer gleichzeitig mit den Arbeiten von Geoffroy de St. Hilaire in den *Annales des sciences naturelles* 1825 veröffentlichten Abhandlung „*Sur les changements que les oeufs éprouvent pendant l'incubation*“ bereits klar erkannt. Sie fanden, daß unbefruchtete Hühnereier während der Bebrütungszeit fast denselben Gewichtsverlust erlitten wie befruchtete, und stellten, auch aus anderen Versuchen resümierend, die These auf: „*La perte de poids paraît entièrement due à l'évaporation, ou bien à des altérations chimiques indépendantes de l'évolution du fœtus, puisqu'elle est en rapport avec la durée de l'incubation et non point avec le développement plus ou moins rapide du jeune animal.*“

Damit ist die Unbrauchbarkeit auch dieses Entwicklungsstadiums für unseren Zweck erwiesen.

Geeigneter sind Untersuchungen, die das Gewicht der jungen Tiere bei ihrem Ausschlüpfen aus dem Ei als Anfangsgewicht annehmen, weil sicherlich der Moment, in dem die Fähigkeit selbständigen Lebens und selbständiger Ernährung erlangt wird, eine wichtige Epoche darstellt und annähernd gleiche Ausbildung des Körpers bei nicht allzu entfernt stehenden Tierarten voraussetzt. Deshalb sind die von C. B. Davenport (8) 1895 und A. Schaper (1) 1902 an Froschlarven ge-

wonnenen Zahlen beachtenswert, obwohl beide Forscher in der Hauptsache ein anderes Ziel hatten: Sie wollten die Bedeutung des Wassers beim tierischen Wachstum studieren, waren also gezwungen, zuerst auch das absolute Lebendgewicht der Larven zu bestimmen. Davenport bediente sich bei seinen Versuchen der Larven verschiedener Amphibien und erzielte die vollständigsten Resultate bei Froschlarchen, die er während der 84-tägigen Wachstumsperiode (vom Tage des Ausschlüpfens an gerechnet) beobachten konnte. Ganz gleiche Versuche, nur in umfangreicherem Maßstabe, stellte Schaper bei *Rana fusca* an. Bei beiden läßt sich die Verdoppelungszeit des beim Auskriechen der Larven festgestellten Gewichtes der Larven aus den mitgeteilten Tabellen ansehen und stimmt sehr gut überein, obgleich die Larven Schapers bedeutend schwerer waren. Ich gebe die für unseren Zweck brauchbaren Zahlen — alles Durchschnittswerte — hier wieder:

Tag nach dem Ausschlüpfen	Davenport 1895		Schaper 1902		
	Datum	Mittl. Gewicht in mg	Datum	Tag n. der Be- frucht- ung	Mittl. Gewicht in mg
1	2. Mai	1,83	27. März	6	3,9
2	3. "	2,00	28. "	7	4,3
3			29. "	8	4,1
4			30. "	9	5,3
5	6. "	3,43	31. "	10	6,3
6	"		1. April	11	9,3
7 9	8. "	5,05	4. "	14	15,4
8 12			7. "	17	30,8
9 15	10. "	10,40	10. "	20	36,2

Das Gewicht der ausschlüpfenden Larven erreicht also seine Verdoppelung bald nach Vollendung des 5. Tages.

Es ist außerordentlich schwer, bei Amphibien einheitliche Resultate zu erlangen, da sich oft nah verwandte Arten physiologisch sehr verschieden verhalten. So verlassen zum Beispiel die Larven von *Rana fusca* ihre Hüllen am 6. Tage nach der Befruchtung, während die von *Rana temporaria* erst nach 6 Wochen aus-

schlüpfen. Außerdem sind die technischen Schwierigkeiten sehr groß, da man es nicht umgehen kann, die Larven vor der Wägung mechanisch von dem ihnen anhaftenden Wasser zu befreien. Ich selbst habe Wägungen an Larven von Triton und Axolotl vorgenommen, bin aber zu der Überzeugung gelangt, daß einigermaßen sichere Zahlen nur bei Verwendung großer Mengen dieses Materials gewonnen werden können, und ich verfügte nur über ca. 20 Exemplare jeder der beiden Arten. Bei Wägungen einzelner Individuen, die nur 3 resp. 4 mg wiegen, stehen naturgemäß die Fehlerquellen so im Vordergrund, daß ich von der Fortsetzung meiner Bemühungen sehr bald Abstand genommen habe. Ein geeigneteres Objekt sind vielleicht die Jungen von *Salamandra maculosa*, die im Momente des Ausschlüpfens als kleine, schon mit Füßen versehene Larven geboren werden und die unvermeidliche Abtrocknung eher vertragen können als die empfindlichen Jugendformen anderer Amphibien.

Bei allen Untersuchungen an oviparen Tieren darf aber nicht vergessen werden, daß die Ernährung der Jungen stets eine mehr oder minder zufällige ist, und daß man sicher zu ganz anderen Resultaten kommt, je nachdem die jungen Tiere geeignete oder ungeeignete, viel oder wenig Nahrung finden. Deshalb würden auch Ergebnisse umfassender und genauer Arbeiten auf diesem Gebiete niemals so bewertet werden können wie an Säugetieren gewonnene.

An neugeborenen Säugetieren sind infolgedessen schon zahlreiche Gewichtsbestimmungen vorgenommen worden. Daß dabei der Zeitpunkt der Geburt als analoges Entwicklungsstadium verschiedener Species aufgefaßt wird, müssen wir gestatten, bis es bessere Methoden gibt. Aber zugeben wird jeder, daß dabei Täuschungen unvermeidlich sind, man vergleiche nur einmal die Entwicklungsstufe eines neugeborenen Beuteltieres mit der eines neugeborenen Kalbes oder Schafes, um extreme Beispiele zu wählen. Bei unseren Haustieren, die natürlich in erster Linie bei Versuchen in Betracht kommen, sind allerdings die aus solchen Unterschieden entstehenden Fehler so gering, daß sie vernachlässigt werden dürfen.

Aus früherer Zeit, ehe man die Verdoppelung der Neugeborengewichte zu beachten begann, habe ich nur eine Arbeit ausfindig machen können, aus deren Angaben sich die gewünschten Zahlen berechnen lassen. Dr. C. Th. Falck (9) hat im Jahre 1854 in Marburg mehrere Versuche angestellt, um die Wachstumsverhältnisse der einzelnen Organe des Säugetierkörpers zu studieren. Er hat an 8 Dachshunden Versuche angestellt, die er im Alter von 2 und 25 Stunden, von 2¹/₂, 3¹/₂, 72, 76, 108 und 113 Tagen tötete, um ihre Organe einzeln zu wägen. Nebenbei stellte er täglich das Lebendgewicht und daraus den mittleren täglichen Gewinn der letzten 4 Hunde fest und fand:

Erreichtes Alter	Gewicht bei der Tötung	Mittlerer täglicher Gewinn	Daraus abgeleitetes Anfangsgewicht	Berechnete Verdoppelungszeit in Std.
Tag	g	g	g	
72	2867,81	36,84	215,33	140,28
76	3178,72	38,80	229,84	141,90
108	4598,40	40,65	208,20	122,92
113	4788,55	40,63	197,36	116,58
Durchschnitt:				
92,25	3658,37	39,23	212,68	130,42

Die Anfangsgewichte und Verdoppelungszeiten habe ich durch Rechnung gefunden. Als durchschnittliche Verdoppelungszeit läßt sich die Zeit von 130,4 Stunden = 5,4 Tagen ableiten, ein Resultat, das mit denen anderer Beobachter nicht ganz übereinstimmt, wie wir später sehen werden.

Durch einen ganz anderen Gedankengang und andere Ziele, als wir bei allen bisher genannten Autoren gefunden haben, wurden im letzten Decennium des vorigen Jahrhunderts Bunge, Pröscher und Abderhalden (3) zu ihren grundlegenden Arbeiten über die Verdoppelung des Körpergewichts von neugeborenen Tieren veranlaßt. Nicht die Wachstumskurven während des ganzen Lebens wollten sie feststellen und vergleichen, nicht die Bedeutung des Wassers oder anderer bestimmter Substanzen bei der Entwicklung der Orga-

nismen, nicht die Massenverhältnisse der einzelnen Organe eines Körpers während des Wachstums kennen lernen, sie wollten vielmehr die Abhängigkeit der spezifischen Wachstumsintensität der Säugetiere in der ersten Zeit nach der Geburt von der Zusammensetzung der Milch des betreffenden Muttertieres beweisen. Der Beweis gelang, und Bunge fügte seinem ersten, 1894 entdeckten Gesetze von der Übereinstimmung der Milch- asche mit der Asche des saugenden Tieres das zweite hinzu, demzufolge der Aschegehalt der Milch bei rasch wachsenden Tieren größer ist als bei langsam wachsenden, und nicht nur der Gehalt an anorganischen, sondern solchen Bestandteilen überhaupt, die zum Aufbau der Gewebe wesentlich sind, also Eiweiß, Kalk und Phosphorsäure. Demnach sind die Anwuchszeiten bis zur Verdoppelung nicht nur dem Kraftwechsel genau umgekehrt proportional, sondern auch dem Eiweiß-Kalk-Phosphorsäure-Gehalt der Milch. Das erste Bungesche Gesetz ist auf den Menschen ganz und gar nicht anwendbar, da in der Frauenmilchasche alle Salze außer Kalk, Eisen und Phosphor an Menge weit über die in der Asche des Neugeborenen vorhandenen Quantitäten überwiegen, wie folgender Vergleich mit dem Kaninchen deutlich zeigt:

100 Teile Asche enthalten	Kaninchen		Mensch	
	Neugeb.	Milch	Neugeb.	Milch
K ₂ O	10,84	10,06	7,8	31,4
Mg ₂ O	5,96	7,92	9,1	11,9
Ca O	35,02	35,65	36,1	16,4
Mg O	2,19	2,20	0,9	2,6
Fe ₂ O ₃	0,23	0,08	0,8	0,6
P ₂ O ₅]	41,94	39,86	38,9	13,5
As	4,94	5,42	5,42	20,0

Dem zweiten Gesetze darf dagegen auch der Mensch unterstellt werden, denn seinem enorm langsamen Wachstum steht auch der geringste bei Säugetieren bis jetzt festgestellte Eiweiß-Asche-Gehalt der Milch gegenüber. Es muß also möglich sein, bei Tieren, deren Wachstumsgeschwindigkeit noch unbekannt ist, diese aus dem Anfangsgewicht und der Milchezusammensetzung unter Berücksichtigung der durch das Ober-

flächengesetz bedingten Größen des Kraftwechsels zu berechnen.

Wir wollen uns aber hier nur mit den direkt durch Wägung festgestellten Verdoppelungszeiten beschäftigen, zumal auch darüber die Angaben verschiedener Untersucher oder verschiedener Jahre nicht übereinstimmen. Nur für den Menschen wird die Zeit von 180 Tagen als zur Verdoppelung des anfänglichen Körpergewichts erforderlich allgemein angenommen.

Die Säugetiere, deren Verdoppelungszeit bekannt ist, sind Pferd, Rind, Ziege, Schaf, Schwein, Hund, Katze, Kaninchen und Meerschweinchen. Die verschiedenen Werte gebe ich unter Angabe der Autoren am besten in folgender Zusammenstellung wieder:

Die Zeit der Verdoppelung in Tagen bei	Pröschner 1897	Bunge 1898	Abderhalden 1900	Rubner 1908
Pferd	60	60	60	60
Rind	47	47	47	47
Ziege	19—20	19	22	—
Schaf	10	10	15	12
Schwein	18	18	14	16
Meerschweinchen	—	13,5	—	13
Katze	5	9,5	9,5	9
Hund	6 1/2—9	8	9	8
Kaninchen . . .	—	7	6	6

Die Wägungen, besonders die an Pferd und Rind, würden wohl weit differentere Resultate ergeben, wenn sie öfter wiederholt würden, aber trotzdem kann man über die immerhin gute Übereinstimmung der Zahlen erstaunt sein, das werde ich nachher an meinen eigenen Ergebnissen zeigen. Je genauere und häufigere Wägungsversuche bei einer Tierart ausgeführt werden, desto mannigfaltigere individuelle Schwankungen müssen zutage treten, am meisten bei Tieren, bei denen die künstliche Zuchtwahl eine Rolle spielt. So ist z. B. beim Schwein die Zeit des Wachstums der Jungen außerordentlich schwankend: Abderhalden hat in 3 Fällen 2 annähernd gleich, bei dem einen dagegen das analoge Zeitintervall fast doppelt so lang gefunden. Das liegt an der künstlichen Zuchtwahl. Bei Mastschweinen wurden schon seit Jahrhunderten diejenigen

bevorzugt und ausgesucht, deren Junge schnell wuchsen. Diese haben auch einen entsprechend hohen Fettreichtum in der Milch, während die anderen Milchbestandteile denen anderer Rassen von Schweinen fast gleich geblieben sind. Auch die kurze Zeit von 5 Tagen, die Pröscher bei einer Angorakatze gefunden hat, gibt nicht Veranlassung, die durchschnittliche, für die Katze gültige Ziffer herabzudrücken, obwohl man nach der Entwicklungsdauer und dem Geburtsgewicht eine geringere Verdoppelungszeit als 9 Tage, zum mindesten eine geringere als die des Hundes, erwarten sollte.

Solche Vergleiche kann man nur anstellen, wenn man die Verdoppelungszeiten mit den Zeiten der intrauterinen Entwicklung und den Gewichten bei der Geburt zusammenstellt und sich die Mühe gibt, die Quotienten aus ersteren und letzteren beiden auszurechnen. Ebenso brauchbare Methoden sind in der Berechnung der Verhältnisse gegeben, in denen die Verdoppelungszeiten und Geburtsgewichte der Tiere zu der des Menschen — diese = 1 gesetzt — stehen, oder in der Berechnung der täglichen Zunahmen innerhalb der Verdoppelungszeit in Prozent des Gewichts bei der Geburt. Alle diese Daten und Resultate habe ich in der anliegenden Tafel II übersichtlich zusammengestellt, und zwar unter Hinzufügung der von mir an Ratte und Maus festgestellten Zahlen.

Daß noch nicht mehr als diese 11 Arten von Säugetieren der genaueren Gewichtsbeobachtung unterzogen worden sind, ist sehr zu bedauern. Namentlich an Affen, besonders den Anthropoiden, sind betreffende Untersuchenden sehr zu wünschen, da es leicht möglich ist, daß damit die große Kluft zwischen der Wachstumsgeschwindigkeit des Menschen und der bis jetzt untersuchten Säugetiere überbrückt oder aber gerade im Gegenteil vertieft wird.

Sollte sich das letztere herausstellen, so wäre der Rubnersche Gedanke durch ein neues sicheres Argument gestützt, daß die im Vergleich mit den Tieren unverhältnismäßig gute Ausbildung des menschlichen Gehirns durch die Langsamkeit des Allgemeinwachstums erst ermöglicht sei, da die zur Innervation der vegetativen Organe benötigten nervösen Apparate erst später

als bei Tieren das Gehirn in Anspruch zu nehmen brauchen. Der Besitz dieses Gehirns, der den Menschen zu der gesamten Tierwelt in ebenso oft überschätzten wie unterschätzten Gegensatz stellt, und dem er die Herrschaft über die Tierwelt verdankt, hätte dann seine erste zahlenmäßige Begründung und Erklärung von seiten der exakten Wissenschaft gefunden.

Die Bestimmung der Wachstumsgeschwindigkeit neugeborener Affen ist aber mit großen Schwierigkeiten verknüpft und müßte am besten in der Heimat der Tiere an frei lebenden Individuen ausgeführt werden. In der europäischen Gefangenschaft sind die Jungen meist außerordentlich schwächlich und haben eine große Mortalität, so daß eventuelle Resultate stets beanstandet werden dürfen. Meine eigenen Bemühungen, im Berliner Zoologischen Garten solche, wenn auch nur orientierende, Wägungen vorzunehmen, waren bisher erfolglos, da in diesem Jahre noch keine Affen dort geboren worden sind.

Als Ergänzung der bereits direkt festgestellten oder indirekt aus anderen Angaben berechenbaren Zeiten der Verdoppelung des Körpergewichts neugeborener Tiere sollen meine eigenen Versuchsergebnisse hier angeführt werden und einen Beweis dafür bilden, daß die individuellen Verschiedenheiten bei einer und derselben Species doch recht groß sind, daß also die Feststellung der Gewichtszunahme, die wir für eine bestimmte Tierart als physiologisch bezeichnen wollen, stets viele Parallelversuche zur Gewinnung eines wohlbegründeten Durchschnittswertes erfordert.

A. Untersuchungen an Ratten.

Zur Erlangung genauer und übereinstimmender Ergebnisse war ich zunächst bemüht, möglichst gleiche äußere Existenzbedingungen für die Versuchstiere herzustellen, ohne mir jedoch die Möglichkeit zu nehmen, nebenbei auch absichtliche Veränderungen, z. B. in der Fütterung, auf ihre Wirkung hin zu prüfen. Ferner mußten die Wägungen recht genau sein und in regel-

mäßigen Intervallen wiederholt werden. Um allen diesen Forderungen zu genügen, konstruierte ich mir aus Zinkblechunterlagen und Glasscheiben mehrere (ca. 6) Käfige von ungefähr gleichem Flächeninhalt, die in einem nach Norden gelegenen, durch besonders konstante Temperatur ausgezeichneten Zimmer aufgestellt wurden. (Die Temperatur schwankte nach meinen Beobachtungen nur zwischen 16 und 22° C.) In den Behältern brachte ich trachtige weiße Ratten unter, und zwar immer nur ein Tier in jedem Stall, und bestimmte durch möglichst häufige Revision die Zeitpunkte der Geburten, um die Würfe möglichst frühzeitig wägen zu können. Als Wage diente mir eine Präzisions-Balkenwage, deren Entleihung aus der Apparatsammlung der Kaiser Wilhelms-Akademie mir von Herrn Stabsarzt Thiemich gütigst gestattet worden war, und die das Gewicht bis zu Milligrammen genau angab. Die neugeborenen Tiere zeichnen sich stets durch große Sauberkeit aus, so daß ein Wägungsfehler durch anhaftenden Schmutz gänzlich ausgeschlossen ist, und ließen sich in einem mittelgroßen Becherglase bequem (meistens der ganze Wurf zugleich) auf die Wagschale bringen. Ich wog die Würfe mit wenigen Ausnahmen in genau 24stündigen Intervallen; der geringste Zeitunterschied, den ich noch notiert habe, betrug $\frac{1}{4}$ Stunde. Die genaue Bestimmung des Verdoppelungstermins geschah durch Interpolation zwischen dem letzten vorher und dem ersten nachher gefundenen Gewicht und der zwischen beiden vergangenen Zeit, so daß also die Gewichtskurve berücksichtigt wurde. Nur im ersten Versuche konnte ich infolge eines Versehens die erste Wägung nach Feststellung des Geburtsgewichts erst vornehmen, nachdem die Verdoppelung überschritten war, hier mußte also die ganze Zeit von der Geburt an zur Berechnung benutzt werden. Der Fehler kann aber nur sehr gering sein, denn in den anderen Versuchen beträgt der Unterschied der beiden verschiedenen Interpolationsarten im Maximum nur 6 Stunden.

Die Kurven der Gewichtszunahme zeigten sämtlich eine geringe Konkavität nach der Seite der Gewichtsordinate zu und waren gleich von Anfang an steigend, nur in einem Falle habe ich eine geringe Abnahme von ca. 0,1 g bis zum zweiten und zu geringe Zunahme

bis zum dritten Tage konstatiert, die aber anscheinend durch Krankheit des Muttertieres bedingt waren.

Die Versuchstiere waren 8 Albinos der Hausratte aus dem Tierbestande des Berliner Hygienischen Instituts, und zwar je 4 Exemplare aus 2 verschiedenen Stämmen, einem Berliner (A) und einem aus Hamburg importierten (B) Stamme.

Daß die Art der Fütterung nicht gleichgültig ist, haben die Versuche von Ch. Watson und A. Hunter (10) gezeigt, die eine große Anzahl von Ratten längere Zeit hindurch mit einseitiger Nahrung ernährten und daneben Kontrolltiere aus dem gleichen Wurf beobachteten, die mit gemischter Nahrung (Brot und Milch) gefüttert wurden. Es zeigte sich bei Tieren jedes Alters der sehr schädliche Einfluß reiner Fleischnahrung (Fütterung mit rohem Ochsen- oder Pferdefleisch), besonders deutlich an der geringen Lebensfähigkeit und dem langsamen Wachstum der 2. Generation so gefütterter Ratten, ebenso auch die Schädlichkeit ausschließlicher Ernährung mit Porridge, obwohl dieses chemisch einer Brot- und Milchnahrung sehr ähnlich zusammengesetzt ist, oder mit Reis. Bei den wachsenden Tieren bewirkte die einseitige Ernährung Wachstumsstillstand.

Diese Erfahrungen der beiden englischen Autoren veranlaßten mich, bei meinen Versuchstieren auf reichliche und abwechslungsreiche Fütterung bedacht zu sein, ich fütterte deshalb gleichmäßig mit Hirse, Spitzsamen (*Phalaris arundinacea*), Hafer, Milch, Brot und Kartoffeln. Nur in 2 Fällen bin ich davon abgewichen, wie ich noch näher beschreiben werde, und habe die Beeinträchtigung des Wachstums der Jungen tatsächlich feststellen können. Von einer Fleischfütterung habe ich ganz abgesehen, da ich sie der Nagetiernatur nicht für angepaßt halte, dagegen gab ich hin und wieder etwas trockenen Hundekuchen. Quantitativ war die Nahrung immer reichlich bemessen, so daß die Futterbehälter niemals leer wurden; auch war für Wasser stets gesorgt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen an Ratten sind im einzelnen folgende:

Ratte 1.

Kräftiges Tier (Stamm A) wirft am 10. März morgens 5 Junge.

Dieser Wurf wird zu einem orientierenden Versuche benutzt, hauptsächlich um die Gewichts-differenzen der einzelnen Individuen eines Wurfs kennen zu lernen.

1. Wägung: 13. März, 10 h. a. m.:	5,974 g
	5,753
	5,741
	5,642
	5,400
	28,510 g

Das mittlere Einzelgewicht beträgt also 5,702 g, das doppelte davon 11,404 g.

2. Wägung: 16. März, 10 h. a. m.:	14,899 g
	14,077
	13,882
	13,576
	13,100
	69,534 g

Da hiervon das Mittel bereits 13,907 g beträgt, so war die zweite Wägung zu spät gekommen. Die Verdoppelungszeit beträgt nach Berechnung: 100,07 Std., also nur ca. 4 Tage.

Da die Körpergewichte der einzelnen Jungen so wenig (im Maximum 0,574 resp. 1,799 g) differierten, was auch der zweite Versuch bestätigte, so habe ich später nur das Mittel berechnet. Die ganzen Gewichte konnte ich nicht benutzen, weil die Anzahl der Jungen mehrfach aus verschiedenen Gründen sich änderte.

Ratte 2.

Großes kräftiges Tier (Stamm A). Kurz vor 3 Uhr nachm. werden am 13. März 10 Junge geworfen.

13. März 3,30 h. p. m.:	41,876 g,	im Mittel	4,188 g
15. " 3,30 "	43,410	"	4,832
16. " 3,30 "	50,570	"	5,619
17. " 10 h. a. m.:	57,274	"	6,364
18. " 10 "	67,509	"	7,501
18. " 3,30 h. p. m.:	68,750	"	7,638
19. " 10 h. a. m.:	77,354	"	8,595

Die Verdoppelungsziffer war um 0,220 g überschritten, die Zeit bis zur Verdoppelung ließ sich auf 134,25 Std. = 5 Tage + 14 $\frac{1}{4}$ Stunden berechnen.

Die doppelt so große Anzahl der Jungen als im vorigen Falle hatte also nur ganz unbedeutenden Einfluß auf die Wachstumsgeschwindigkeit des einzelnen.

Ratte 3.

Großes, aber schwächliches Tier (Stamm A), dessen Krankheit durch stellenweisen Haarausfall äußerlich erkennbar war. Nur 1 Junges, am:

1. April, kurz vor 4 h. p. m.:	5,757 g
23. „ um 3 h. p. m.:	5,697 g
24. „ „ 3 „	5,770
25. „ „ 3 „	5,892
26. „ „ 3 „	6,215
27. „ „ 3 „	6,975
28. „ „ 3 „	7,800
29. „ „ 3 „	8,375
30. „ „ 3 „	9,037
1. Mai „ 3 „	9,729
2. „ „ 3 „	10,392
3. „ „ 3 „	11,052
4. „ „ 3 „	11,890

Das Verdoppelungsgewicht (11,514 g) war damit um 0,376 g überschritten. Die berechnete Zeit betrug hier 275,33 Stunden = 11 $\frac{1}{2}$ Tage.

Das eine Junge brauchte also zweimal so viel Zeit als im vorigen Falle die 10, obwohl die Mutter die gleiche, gute Ernährung genoß. Allerdings sind dabei die physiologischen Grenzen der individuellen Schwankungen durch die Krankheit des Muttertieres (infolge pathologischer Milchzusammensetzung) nicht mehr eingehalten.

Dasselbe ist der Fall bei dem künstlich modifizierten nächsten Versuche:

Ratte 4.

Mittelkräftiges Tier aus Stamm A. Wurde zur Beobachtung der Folgen einseitiger Ernährung ausschließlich mit Spitzsamen gefüttert. Wurf von 6 Jungen am 23. April.

10 h. a. m. sind 5 Junge geboren und wiegen 5,032 g im Mittel.

Etwas später wird noch 1 Junges geworfen, ich hatte also den Moment der Geburt sehr genau getroffen.

3 h. p. m.: 29,505 g, im Mittel 4,917 g.

Die Gewichtsabnahme in den ersten 5 Stunden (0,115 g) erklärt sich zweifellos daraus, daß die kleinen Ratten erst nach der Geburt des 6. Jungen von der Mutter Milch bekamen. Die weiteren Wägungen wurden täglich um 3 h. p. m. vorgenommen und ergaben:

am 24. April	32,671 g,	im Mittel	5,445 g
25. "	36,341	"	6,057
26. "	39,339	"	6,556
27. "	42,484	"	7,018
28. "	47,564	"	7,927
29. "	51,830	"	8,638
30. "	55,200	"	9,200
1. Mai	60,485	"	10,064

Bei der letzten Wägung war die Gewichtsverdoppelung gerade genau erreicht, es wurden dazu benötigt 196 Stunden = 8 Tage + 5 Stunden.

Daß die Zeit bedeutend länger ist als der allgemeine Durchschnitt, beweisen die nächsten Versuche an 4 Ratten aus Stamm B.

Ratte 5.

Junges kräftiges Tier, wurde besonders mit Milch reichlich versorgt. In der Nacht zum 26. April Wurf von 8 Jungen.

26. April:	9 h. a. m.:	40,520 g,	im Mittel	5,065 g
26. "	3 h. p. m.:	43,530	"	5,441
27. "	3 "	50,667	"	6,333
28. "	3 "	56,160	"	7,020
29. "	3 "	62,916	"	7,865
30. "	3 "	69,204	"	8,650
1. Mai	3 "	76,000	"	9,500
2. "	" "	81,890	"	10,236

Die letzte Wägung ergab 0,106 g mehr als das Doppelte des Anfangsgewichts. Die Verdoppelungszeit betrug 146,543 Stunden = 6 Tage + 2 1/2 Stunden.

Ratte 6.

Junges Tier, zum ersten Male trächtig, bekam ebenfalls reichlich Milch. Wurf von 7 Jungen am 8. Mai zwischen 1 und 3 Uhr nachmittags. Die Wägungen, täglich um 3 Uhr, ergaben:

8. Mai:	33,890 g,	im Mittel	4,841 g
9. "	37,874	"	5,410
10. "	42,075	"	6,011
11. "	48,010	"	6,858
12. "	54,100	"	7,728
13. "	59,712	"	8,530
14. "	64,930	"	9,276
15. "	70,962	"	10,134

Die letzte Wägung ergab 0,452 g zuviel. Die Verdoppelungszeit betrug 155,36 Stunden = $6\frac{1}{2}$ Tage.

Zuletzt hatte ich noch 2 ganz gleiche Ratten zur Verfügung, die beide je 9 Junge warfen. Absichtlich habe ich sie nicht gleichmäßig behandelt, sondern die eine mit, die andere ohne Milchzugabe gefüttert. Die beiden Versuche kontrollieren sich also gegenseitig.

Ratte 7.

Bekam keine Milch, auch nicht während der Säugetzeit. Wurf von 9 Jungen am 10. Mai morgens kurz vor 9 Uhr.

10. Mai:	9 $\frac{1}{2}$ h. a. m.:	44,684 g,	im Mittel	4,965 g
10. "	3 $\frac{1}{2}$ h. p. m.:	45,604	"	5,067
11. "	3 "	50,951	"	5,661
12. "	3 "	55,390	"	6,154
13. "	3 "	63,116	"	7,013
14. "	3 "	69,170	"	7,685
15. "	3 "	76,797	"	8,533
16. "	3 "	82,028	"	9,113
17. "	3 "	87,370	"	9,709
18. "	3 "	92,858	"	10,318

Die letzte Wägung ergab 0,388 g zuviel. Die Verdoppelungszeit betrug 183,21 Stunden = $7\frac{1}{2}$ Tage.

Ratte 8.

Bekam während der ganzen Beobachtungszeit reichlich Milch, außerdem dasselbe Futter wie Ratte 7. Wurf von 9 Jungen am 16. Mai vor 5 Uhr morgens.

16. Mai:	6 $\frac{1}{2}$ h. a. m.:	42,518 g,	im Mittel	4,724 g
16. "	3 h. p. m.:	44,141	"	4,905
17. "	3 "	50,058	"	5,562
18. "	3 "	58,385	"	6,487
19. "	3 "	65,775	"	7,308
20. "	3 "	74,733	"	8,304
21. "	3 "	82,780	"	9,198
22. "	3 "	91,220	"	10,135

Die Gewichtsverdoppelung war bei der letzten Wägung um 0,687 g überschritten, sie wurde also erreicht, wie sich berechnen läßt, in 134,9 Stunden = 5 $\frac{1}{2}$ Tagen.

Die Differenz gegen vorigen Versuch beträgt also nicht weniger als 2 Tage, und ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich lediglich die bessere Ernährung in dem einen Falle dafür verantwortlich mache, zumal auch die durchschnittlichen Anfangsgewichte bis auf 0,24 g übereinstimmten.

Zum leichteren Vergleichen der verschiedenen Wachstumsintensitäten habe ich in jedem Falle noch die mittlere tägliche Gewichtszunahme in absolutem Gewicht und in Prozent des Anfangsgewichtes ausgerechnet, und sie mit allen anderen Daten übersichtlich zusammengestellt (vgl. anliegende Tafel I). Die Reihenfolge richtet sich dabei nach der Dauer der Verdoppelungszeit. Bestimmt man aus allen 8 Versuchen das Mittel, so muß bei Ratten die Verdoppelungszeit von 6 Tagen als allgemein gültig angenommen werden. Der Fehler, der dabei durch Mitberücksichtigung der beiden nicht physiologischen Fälle entsteht, ist ganz unerheblich, er beträgt nur etwa 5 Stunden.

B. Untersuchungen an Mäusen.

Im Gegensatz zu den Versuchen an Ratten habe ich bei Mäusen von einer Variation der Fütterung abgesehen und sie alle ganz gleichmäßig behandelt und

ernährt (wieder mit Hirse, Spitzsamen, trockenen Hundekuchen und Wasser). Aber einen anderen interessanten Faktor, der bei den individuellen Schwankungen der Gewichtszunahme zweifellos eine wichtige Rolle spielt, habe ich hierbei studieren können: den Einfluß der Abstammung von Eltern gleicher oder verschiedener Rasse auf die Wachstumsintensität. Da es zu diesem Zwecke erforderlich ist, die Züchtung genau zu überwachen, so eignen sich gerade Mäuse wegen ihrer kurzen Trächtigkeitsdauer — durchschnittlich 23 Tage — am besten. Bei größeren Säugetieren, schon bei Ratten, würden solche Versuche sehr lange Zeit in Anspruch nehmen, während deren stets gleichbleibende äußere Bedingungen aufrecht zu erhalten, sehr schwierig wäre. Man müßte z. B. auch den Einfluß der verschiedenen Jahreszeiten mit in Rechnung ziehen, der aber noch gar nicht genügend bekannt ist. Nur bei Igeln hat J. Noé (11) in seiner Arbeit: „Oscillations pondérales du hérisson“, gezeigt, in welchem Maße sich der Unterschied von Sommer und Winter in der Körpergewichtskurve bemerkbar macht. Im Gegensatz zu einer täglichen Gewichtsvermehrung von im Maximum 6,2 g pro Kilo Tier im Sommer fand er im Winter eine große Tendenz zur Abnahme, allerdings bei einem in der Norm winterschlafenden Säugetier. Wie beim Igel, so wird aber sicherlich auch für andere Säuger der Sommer die hauptsächliche Assimilationsperiode darstellen, so daß sie im Winter gegen Kälte und Bewegung, im Sommer gegen Hunger empfindlicher sind.

Bei Mäusen fallen diese Schwierigkeiten fort, da schon binnen einiger Monate mehrere Generationen gezüchtet werden können.

Um die Möglichkeit der Degeneration infolge Inzucht auszuschalten, habe ich mir zunächst weiße Hausmäuse verschiedener Herkunft zur Paarung verschafft, teils aus dem hiesigen Hygienischen Institut, teils aus einer Tierhandlung. Da ich für jedes Paar einen besonderen Behälter konstruiert hatte, war die Sicherheit eines umfangreichen Stammbaums gegeben, den ich noch durch Kreuzungen mit japanischen Tanzmäusen und den daraus entstandenen Mischlingen erweiterte.

Bevor ich aber das Verhalten von Blendlingen untersuchte, mußte ich die Verdoppelungszeiten der

Stammrassen kennen. Zu diesem Zwecke habe ich 15 Würfe weißer Mäuse beobachtet. 11 von den Muttertieren waren bereits trächtig, als ich sie anschaffte, bei 4 Exemplaren und einer 1 Tanzinaus habe ich die Paarung mit Männchen derselben Rasse, aber anderer Herkunft selbst kontrolliert. Ein Unterschied zeigte sich nicht, es hatte also auch bei den schon vorher gepaarten Mäusen keine Inzucht stattgehabt. Die Einzelgewichte der Jungen eines Wurfes (deren Zahl von 3—8 schwankte) differierten nur um ganz unbedeutende Werte; ein Fall, bei dem sie noch relativ groß waren, ist z. B. der zweite Wurf von Maus 1, der die sofortige Wägung nach der Geburt dadurch garantiert, daß während des Wägens noch 1 und später noch 2 Junge zur Welt kamen. Die Gewichte der ersten 5 Jungen waren hier

1,033 g
1,021
0,974
0,950
0,941

Die maximale Differenz betrug also nur 0,092 g.

Da auch an dem Tage, an dem das Doppelte des anfänglichen Gewichts erreicht wurde, die Einzelgewichtsunterschiede außerordentlich gering waren — in dem oben genannten Falle betrug die größte Differenz unter 8 Jungen nur 0,226 g —, so hielt ich mich für berechtigt, auch bei den Mäusen auf die Feststellung der Einzelgewichte zu verzichten.

Und selbst die Zahlen der täglichen Wägungen brauche ich nicht anzugeben — es würde viel zu weit führen —, denn die Kurven, die ich für sämtliche Fälle auch graphisch konstruiert habe, stimmen so gut überein, daß es völlig ausreicht, das Anfangsgewicht und die mittlere tägliche Zunahme neben der Anzahl der Jungen und der Verdoppelungszeit zu beachten.

Alle diese Zahlen habe ich wieder auf Tafel I nach der Dauer der Verdoppelungszeit geordnet und die Durchschnittswerte bestimmt. Eine Verschiedenheit der Geschlechter bezüglich des ersten Wachstums habe ich nirgends bemerken können.

Die neugeborenen weißen Mäuse verdoppeln ihr im Mittel 1,1 g betragendes Gewicht durchschnittlich in 130,59 Stunden = $5\frac{1}{2}$ Tagen (Minimum 4, Maximum $6\frac{1}{2}$ Tage) und nehmen im Mittel 19,26 % desselben täglich zu, also ca. 2 % täglich mehr als die weißen Ratten.

Einen Tag weniger brauchte der Wurf Tanzmäuse zu seiner Gewichtsverdoppelung, den ich beobachten konnte. Er zeigte eine tägliche Zunahme von 22,17 % des gleichen Anfangsgewichts.

Die Ergebnisse von 4 weiteren Versuchen an weißen Mäusen kann ich zur Durchschnittsberechnung nicht zulassen, im ersten Falle war das Datum der Geburt nicht einwandfrei festgestellt, im zweiten fraß die Mutter ihre Jungen schon am 1. Tage auf, und die beiden letzten Versuche modifizierte ich absichtlich in entgegengesetzter Richtung, um die mögliche Breite der Schwankungen kennen zu lernen. Die Tatsache, daß weibliche Mäuse, denen man ihre Jungen genommen hat, sich durch Raub von anderen Mäusen wieder solche zu verschaffen suchen, machte ich mir zu nutze. Ich entfernte eine Maus von ihrem Wurf und tat sie zu einer anderen, die ungefähr zu derselben Zeit geworfen hatte. Es gelang der fremden zwar nicht, Junge zu rauben, doch entstand durch den Kampf eine dauernde Störung für die andere Maus, so daß die Jungen seltener saugen konnten. Die Verdoppelungszeit dauerte infolgedessen nicht weniger als 10 Tage, und die mittlere tägliche Zunahme des Wurfes betrug nur 9,902 % des Anfangsgewichtes.

Das entgegengesetzte Extrem erzielte ich im letzten Falle dadurch, daß ich von den 5 geworfenen Jungen 3 tötete. Das größere Milchquantum, das nun den 2 überlebenden zur Nahrung dienen konnte, wird die Ursache der nur $3\frac{1}{2}$ -tägigen Verdoppelungszeit und der mittleren täglichen Zunahme von 27,18 % des Anfangsgewichtes gewesen sein.

Wenn auch diese letzten beiden Versuche nicht mehr als ganz physiologisch bezeichnet werden können, so sind sie es doch noch bis zu einem gewissen Grade, da in keinem Falle eine Krankheit vorhanden war. Jedenfalls kann man daraus ermessen, wie erhebliche

Unterschiede schon durch geringe Änderungen möglich sind, die sehr leicht auch unbeabsichtigt und zufällig entstehen können.

Zum Schlusse komme ich zu den Untersuchungen von Mischformen. Mit einer männlichen japanischen Tanzmaus paarte ich zwei weiße Mäuse aus gleichem Wurf, mit einer anderen japanischen Tanzmaus zwei aus der erstgenannten Paarung hervorgegangene weibliche Blindlinge; ferner eine weibliche Tanzmaus mit einer männlichen weißen Maus und eine weibliche weiße Maus mit einem männlichen Blindling. Die Jungen der Stammrassen waren gleichmäßig dunkelbraun gefärbt, zeigten nicht die Eigentümlichkeit des Tanzens und hatten schwarze, gut sehende Augen, zeigten deshalb alle Eigenschaften der wilden Hausmaus (größere Lebhaftigkeit und Gewandtheit). Die Nachkommen der Mischlinge waren dagegen ziemlich verschieden an Farbe (meist gefleckt) und an Charakter. Die Männchen waren größtenteils tanzend.

Da ich diese 6 Versuche genau in der gleichen Weise anstellte wie alle anderen, so war ich nicht wenig überrascht, als der Wurf der ersten gekreuzt gepaarten weißen Maus sein Geburtsgewicht bereits in 76 Stunden = 3 Tagen verdoppelte und täglich um 31,45 % des Anfangsgewichts zunahm.

Von nun an betrachtete ich alle folgenden Kreuzungsversuche als Kontrollen dieses auffallenden Ergebnisses und fand es tatsächlich bestätigt.

Der zweite beobachtete Wurf einer weißen Maus, die mit derselben Tanzmaus gepaart war, verdoppelte sein Gewicht zwar nicht in 3, aber in $4\frac{1}{2}$ Tagen (109,23 Std.) und hatte 22 % tägliche Zunahme. Die etwas längere Zeit war hier vielleicht doch durch die große Anzahl der Jungen (8) bedingt.

Die kürzeste Verdoppelungszeit, die ich überhaupt beobachtet habe, fand ich dann bei der ersten mit einer Tanzmaus gepaarten Mischlingsmaus; die Dauer betrug nur $2\frac{3}{4}$ Tage (66,03 Std.), ihr entsprach eine tägliche Zunahme von 36,37 % des Anfangsgewichtes.

Die Schwester dieser Maus, die ebenfalls von einer Tanzmaus konzipiert hatte, warf 2 Junge weniger, und trotzdem brauchten diese zur Erlangung der Ver-

doppelung etwas längere Zeit (75,65 Std. = 3 Tage) mit einer täglichen Zunahme von 31,75 % des ersten Gewichts.

Zu diesen Ergebnissen steht wieder das des entgegengesetzten Versuches, einer Mischung von weiblicher Tanzmaus mit männlichem Albino, in deutlichem Gegensatze. Hier war entschieden keine Wachstumsförderung der zweiten Generation durch die Kreuzung geschaffen, sondern eine Beeinträchtigung, denn dieselbe Tanzmaus hatte vorher schon einen Wurf von reinen Tanzmäusen gehabt, der sein Gewicht in einer 2 Tage kürzeren Periode zur Verdoppelung brachte als die jetzigen, von dem weißen Vater herrührenden Jungen. Zu deren Gewichtsverdoppelung wurde sogar die an den normalen weißen Mäusen als Maximum festgestellte Zeit von 6½ Tagen (159,92 Std.) benötigt.

Auf dieses letzte Resultat legte ich anfänglich besonderen Wert deshalb, weil es einem leicht denkbaren Einwand offensichtlich widerspricht. Da ich nämlich albinotische Individuen von Mäusen mit Tanzmäusen gemischt hatte, d. h. mit Tieren, deren Gebaren einen pathologischen Eindruck macht, und bei denen auch tatsächlich pathologische Veränderungen des Gehörorgans von zahlreichen Autoren festgestellt und beschrieben worden sind [Kishi (12), Rawitz (13), Alexander und Kreidl (14), Baginsky (15), Grützner (16), Zoth (17)] so könnte man die größere Wachstumsintensität der aus der Kreuzung hervorgegangenen Jungen daraus erklären wollen, daß weder der Albinismus noch die Störung der räumlichen Orientierung bei ihnen hindernd einwirkte, und zwar infolge des Rückschlages zur ursprünglichen, normalen grauen Hausmaus. Nach dem eben erwähnten Versuche scheint das nicht der Fall zu sein, denn die Jungen der Tanzmaus zeigten vollkommen den Typus der grauen Hausmaus, hatten schwarze Augen, tanzten nicht und verdoppelten ihr Gewicht dennoch erst in 6½ Tagen.

Welche Gründe es in Wirklichkeit sein mögen, auf die die rapideren Gewichtszunahmen der anderen Blendlinge zurückzuführen sind, ist jetzt noch nicht zu sagen; wir können die Tatsache vorläufig nur als weiteren Beweis für die Breite der individuellen

Schwankungen der spezifischen Wachstumsintensität verwerthen.

Als Beweis dafür, daß in dem eben genannten Versuche nicht etwa die zur Kreuzung benutzte männliche weiße Maus allein die langsamere Gewichtszunahme des Wurfes veranlaßt haben kann, führe ich den letzten Kreuzungsversuch an. Hier wurde die mit Nr. 1 bezeichnete Mischlingsmaus mit derselben weißen Maus gepaart und warf nach 20 Tagen 11 Junge (ihren zweiten Wurf), die trotz ihrer großen Anzahl schon nach 72,03 Stunden = 3 Tagen ihr Gewicht verdoppelt hatten und sich, bei 33,37⁰/₁₀ mittlerer täglicher Zunahme, mit dem Wachstumsmodus der anderen gekreuzten Würfe, außer dem der Tanzmaus, genau übereinstimmend verhielten.

Da den 5 so gut übereinstimmenden Resultaten das eine bei der Tanzmaus gefundene allein gegenübersteht, so möchte ich ihm keinen großen Wert beimessen, vielleicht lag irgendein nicht bemerkbarer Grund zu der Verzögerung der Gewichtszunahme vor. Ich glaube vielmehr zu der Behauptung berechtigt zu sein, daß bei Mäusen Blendlinge verschiedener Rassen über einen größeren Wachstumstrieb verfügen als die reinrassigen, z. B. reine Albinos und reine Tanzmäuse. Ob und inwieweit dies auch bei anderen Species zutrifft, wäre nicht uninteressant festzustellen; der Nachweis würde sich gewiß in manchen Fällen erbringen lassen, ist es doch zum Beispiel eine alte Erfahrung der landwirtschaftlichen Tierzucht, daß ein neugeborenes Maultierfohlen eher auf den Beinen steht als das Pferdefohlen derselben Stute. Zwar währt die gesamte Wachstumsperiode des Maultieres etwas länger als die des Pferdes, danach kann man aber, wie wir anfangs gesehen haben, die Intensität der Lebenstätigkeit in der Zeiteinheit nicht beurteilen.

In der ersten Zeit nach der Geburt scheint doch das Maultier schnellere Fortschritte im Wachstum zu machen als das Pferd, der Bastard also dem artreinen Jungen überlegen zu sein.

Ein erfahrener Tierzüchter könnte jedenfalls noch mehrere einschlägige Beispiele nennen; dieser Frage näherzutreten würde indessen hier zu weit führen.

In meinen Versuchen an Mäusen beträgt die Verdoppelungszeit der gekreuzten Würfe durchschnittlich 4 Tage, selbst wenn der eine Tanzmausversuch mit einbegriffen wird: bei den anderen (reinen) Würfen dagegen ergibt sich im Mittel die Zeit von 5 (genauer $5\frac{1}{3}$) Tagen. Die Differenz beträgt 1 Tag oder 7,615 % mittlere tägliche Zunahme, bei den kleinen Säugetieren gewiß nicht unerhebliche Zahlen.

Fasse ich zum Schlusse die Ergebnisse meiner Untersuchungen in Durchschnittszahlen zusammen, so resultiert aus sämtlichen einwandfreien Versuchen an Mäusen die Verdoppelungszeit von nicht ganz $4\frac{1}{2}$ Tagen (106,28 Stunden), eine mittlere tägliche Gewichtszunahme von 0,261 g oder 245,2 g pro Kilo Tier, während die entsprechenden Werte bei Ratten 6 Tage (142,22 Stunden), 0,851 g und nur 173,4 g pro Kilo Tier betragen. Die Differenzen sind: $1\frac{1}{2}$ Tage, 0,59 g bei Ratten mehr, dagegen 71,8 g pro Kilo Tier weniger als bei Mäusen. Ihre Erklärung finden diese Differenzen nicht in der Massenverschiedenheit der beiden Arten, sondern in der verschiedenen durch das Oberflächengesetz bedingten Größe des Kraftwechsels. Es sind eben nicht die Körpergewichte, sondern die Oberflächen analogen Zeiten umgekehrt proportional.

Meine Versuche haben, glaube ich, bewiesen, daß auch bei den Muriden die Verdoppelungszeit des Gewichts der Neugeborenen Konstanten sind, und daß erheblichere Abweichungen nach oben und unten stets auf Besonderheiten der äußeren Bedingungen, nicht aber auf eine Änderung der individuellen Spezifität der Zelltätigkeit an sich zurückzuführen sind, die man dagegen als Ursache der abweichenden Resultate bei Bastardierungsversuchen anzunehmen gezwungen ist.

Die Wachstumsgeschwindigkeit, wie sie sich in der Verdoppelungszeit des Gewichts ausdrückt, schwankt unter den Säugetieren nicht nur um das 30 fache, wie Rubner aus seinen Zahlen schließen mußte, sondern um das 40—45 fache, wenn die Verdoppelungszeit der Maus mit berücksichtigt wird. Allerdings hat an dieser Zahl die lange Verdoppelungszeit des Menschen den größten Anteil; die bis jetzt untersuchten tierischen Säuger differieren im Maximum nur um das 13,4 fache

hinsichtlich der Wachstumsgeschwindigkeit bis zur Verdoppelung. Festzustellen, ob dieser Wert sich bei der Untersuchung noch anderer Säugetiere als zu klein herausstellt oder nicht, bleibt weiterer Forschung vorbehalten; ich begnüge mich damit, in dieser Arbeit durch Vervollständigung des Tatsachenmaterials bei Säugetieren, und zwar am unteren Ende ihrer Größenskala, zur Bestätigung des energetischen Grundgesetzes des Wachstums beigetragen zu haben.

Literatur.

1. Dr. Alfred Schaper (Breslau): „Beiträge zur Analyse des tierischen Wachstums.“ Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen. W. Roux, Bd. XIV, Heft III, 1. Aug. 1902.
2. Driesch: „Analytische Theorie der organischen Entwicklung“, 1894, und: „Exogastrula und Ascenteria (über die Wirkung der Wärmezufuhr auf die Larvenentwicklung der Echinodermen)“. Jahresberichte über Anatomie und Entwicklungsgeschichte (93) 326 und (92) 179.
3. G. Bunge: Lehrbuch der physiolog. und patholog. Chemie. 1898. 4. Auflage, S. 117. 1894. S. 97.
Fr. Pröscher: „Die Beziehungen der Wachstumsgeschwindigkeit des Säuglings zur Zusammensetzung der Milch bei verschiedenen Säugetieren.“ Zeitschrift für physiolog. Chemie 24, Heft 3, S. 285, 1898.
- E. Abderhalden: „Die Beziehungen der Wachstumsgeschwindigkeit der Säugetiere zur Zusammensetzung der Milch beim Kaninchen, der Katze und dem Hunde.“ Zeitschrift für physiolog. Chemie XXVI, 5, S. 487 und XXVII, 4—5, S. 408.
4. Max Rubner: „Das Wachstumsproblem und die Lebensdauer des Menschen und einiger Säugetiere vom energetischen Standpunkte aus betrachtet.“ Sitzungsberichte der Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 16. Januar 1908. II. — „Theorie der Ernährung und Vollendung des Wachstums.“ München, Archiv für Hygiene, Bd. 66, S. 60.
5. Mlle Stefanowska: I. „Sur la croissance en poids du poulet.“ Comptes rendus des sciences de l'académie des sciences 131, Nr. 4, S. 269—271. 25. Juli 1905. — II. „Sur la croissance en poids de la souris blanche.“ Ebenda, Bd. 136, 18. S. 1090. — III. „Sur la croissance en poids du cobaye.“ Ebenda, Bd. 140, 13, S. 879 (1905). — IV. „La courbe de la croissance en poids

- chez les animaux et les végétaux.“ Vortrag auf dem 6. Internationalen Physiologenkongreß zu Brüssel vom 30. Aug. bis 3. Sept. 1904, gehalten am 1. September 1904.
6. C. S. Minot: „Senescence and rejuvenation. On the weight of Guinea pigs.“ *The Journal of Physiology* XII, 2, S. 97.
 7. Prévost et Dumas: „Note sur les changements de poids que les oeufs éprouvent pendant l'incubation.“ *Annales des sciences naturelles*. Paris IV. 1825.
 8. C. B. Davenport: „The role of water in growth.“ 1897.
 9. Dr. C. Ph. Falck, Marburg: „Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsgeschichte des Tierkörpers.“ *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medizin* von R. Virchow, Bd. VII, 1854, S. 37.
 10. Ch. Watson et A. Hunter: „The influence of diet on growth and nutrition.“ *Journal of Physiology* XXXIII, 4—5. *Proc. Physiol. Soc.*, p. XIII.
 11. J. Noé: „Oscillations pondérales du hérisson.“ *C. R. Soc. de Biologie* 54, 1, p. 37.
 12. Kishi: „Das Gehörorgan der sogenannten Tanzmäuse.“ *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie* LXXI, 3, S. 457.
 13. Bernhard Rawitz, Berlin: „Die Bogengangsfrage bei japanischen Tanzmäusen.“ *Zentralblatt für Physiologie* 16, 2, S. 42, 1902, 14. April und XV, 22, S. 649 und *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1899, S. 236 und 1901, Supplementband S. 171.
 14. C. Alexander und A. Kreidl: „Anatomisch-physiolog. Studien über das Ohrlabyrinth der Tanzmaus.“ *Referate in: Zentralblatt für Physiologie* 16, 2, S. 45 und 16, 4, S. 113—114.
 15. Baginsky: *Zentralblatt für Physiologie* XVI, 1, S. 2.
 16. Grützner: *Deutsche Medizin. Wochenschrift* 1893.
 17. Zoth: *Zentralblatt für Physiologie* XV, 18, S. 532.
 - ad 4. M. Rubner: „Das Problem der Lebensdauer und seine Beziehungen zu Wachstum und Ernährung.“ Verlag von R. Oldenbourg 1908. „Gesetze des Energieverbrauchs bei Wachstum und Ernährung.“
-

Lebenslauf.

Am 8. November 1884 wurde ich, Hans Wilhelm Glasewald, zu Posen als Sohn des damaligen Garnisonauditeurs Dr. Emil Glasewald und seiner Gattin Marie, geb. Lanz, geboren. Ostern 1891 kam ich in Berlin auf die Schule und besuchte von Ostern 1897 bis Ostern 1903 das Königliche Joachimsthalsche Gymnasium zu Berlin-Wilmersdorf. Am 2. März 1903 bestand ich die Reifeprüfung und ging zunächst an die Universität Heidelberg, um Medizin zu studieren. Nachdem ich dann während des Sommerhalbjahres 1904 in München studiert hatte, kehrte ich für die Zeit von Michaelis 1904 bis Michaelis 1905 nach Heidelberg zurück, um es nach bestandener ärztlicher Vorprüfung schweren Herzens zu verlassen. Im Winter 1905/06 diente ich als Einjährig-Freiwilliger im Kaiser-Alexander-Garde-Grenadier-Regiment Nr. I und war auf der Friedrich-Wilhelms-Universität immatrikuliert. Zu Ostern 1906 wurde ich in die Kaiser-Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen aufgenommen, bin nach weiteren 5 Studienhalbjahren zum Unterarzt im 2. Litauischen Feldartillerie-Regiment Nr. 37 ernannt worden und habe nach Ablauf des einjährigen Kommandos zur Charité die Approbation erlangt.

Meine Lehrer waren:

In Heidelberg: Braus, Bütschli, Cohnheim, Curtius, Dittrich, Fürbringer, Göppert, Klaatsch, Kossel, Krafft, Pfitzer, Quinke, Wolfrum.

In München: Ebert, Goebel, Hertwig, Mollier, Rückert.

In Berlin: Beitzke, Benda, Bier, Brieger, Bumm, Fränkel, Heubner, Hildebrandt, His, Klemperer, Kraus, Lesser, v. Leyden, Liebreich, v. Michel, Olshausen, Orth, Passow, Pels-Leusden, Rubner, Salkowski, Waldeyer, Ziehen.

Tafel I.

A. Ratten

Nr.	Bezeichnung des Versuchs-Muttertieres	Zeit der Gewichts- verdoppelung des Wurfes in		Anzahl der Jungen	Mittleres Anfangs- gewicht in g	Mittlere tägliche Zunahme von 1 Jungen	Herkunft des Muttertieres	Mittlere tägliche Zu- nahme in Proz. des Anfangs- gewichtes	Bemerkungen
		Stunden	Tagen						
1	Weißer Ratte 1	100,07	4	5	5,702	1,368	Stamm A	23,99	Waren besonders kräftige Tiere und wurden reichlich ernährt. Wurde mit Milch gefüttert. Ebenfalls.
2	" 2	134,25	5 1/2	10	4,187	0,748		17,86	
3	" 8	134,90	5 1/2	9	4,724	0,840		17,79	
4	" 5	146,54	6	8	5,065	0,748	Stamm B	14,77	Junges Tier, erste Trächtigkeit. Bekam keine Milch. Parallele zu Ratte 8.
5	" 6	154,36	6 1/2	7	4,841	0,753		15,55	
6	" 7	183,21	7 1/2	9	4,965	0,650		13,09	
7	" 4	196,00	8 1/4	6	5,032	0,616	Stamm A	12,24	Wurde ausschl. mit Spitzsamen gefüttert. War nicht ganz gesund, bekam Milch.
8	" 3	175,25	11 1/2	1	5,757	0,502		8,72	
Mittel von 1—6		142,22	6	8	4,914	0,851		17,34	

B. Mäuse

(Die römischen Ziffern bedeuten den ersten resp. zweiten Wurf einer und derselben Maus.)

9	Weißer Maus 2 II	91,78	4	6	1,027	0,269	Aus dem Hygienisch. Institut	26,19	Normale Fälle unter ganz gleichen Bedingungen.
10	" 11 I	102,48	4 1/2	3	1,309	0,306		23,38	
11	" 4 II	106,17	4 1/2	4	1,042	0,236		22,65	
12	" 3 I	122,60	5	5	0,959	0,188	Aus einer Tierhandlg.	19,60	
13	" 4 I	130,99	5 1/2	5	1,189	0,218		18,34	
14	" 1 I	131,69	5 1/2	5	1,240	0,279		22,50	
15	" 3 II	143,34	6	8	1,066	0,178	Aus dem Hygienisch. Institut	16,70	
16	" 10	147,62	6	3	1,426	0,232		16,27	
17	" 6	149,13	6 1/4	5	0,917	0,148		16,14	
18	" 9	150,88	6 1/2	7	0,972	0,155	Aus einer Tierhandlg.	15,95	
19	" 1 II	159,85	6 1/2	8	0,984	0,138		14,11	
20	Tanzmaus	108,17	4 1/2	5	1,033	0,229		22,17	
Mittel von 9—20		119,38	5	5	1,063	0,221		20,71	
21	Weißer Maus 2 I	224,12	9 1/4	6	1,310	0,140	Aus dem Hygienisch. Institut	10,69	Geburtsdatum nicht sicher festgestellt. Fraß ihre Jungen am 1. Tage auf. Wurde mittels einer anderen Maus gestört. Entgegengesetztes Extrem. Künstliche Verminderung der Anzahl der Jungen.
22	" 5	—	—	4	0,848	—		—	
23	" 7	242,45	10	6	1,020	0,101		9,902	
24	" 8	88,33	3 1/2	5	1,137	0,309		27,18	
25	Weißer Maus 1 (2)	76,30	3	3	1,380	0,434	Von mir gezüchtet	31,45	Gepaart mit einer weibl. Tanzmaus.
26	" 2 (2)	109,23	4 1/2	8	1,182	0,260		22,00	
27	Brauner Mischling 1	66,03	2 3/4	6	0,943	0,343		36,37	
28	" 2	75,65	3	4	0,819	0,260	Aus der Tierhandlg. Gezüchtet	31,75	Gepaart mit einer anderen weibl. Tanzmaus.
29	Tanzmaus	159,92	6 1/2	6	1,186	0,178		15,01	
30	Brauner Mischling 1 II	72,03	3	11	0,983	0,328		33,37	
Mittel von 25—30		93,19	4	6	1,082	0,301		28,33	
Mittel d. Mäuse außer 21—24		106,28	4 1/2	5,5	1,073	0,261		24,52	

Tafel II.

D = Verdoppelungszeit,

T = Dauer der intrauterinen Entwicklung,

A = Anfangsgewicht bei der Geburt,

Z = Durchschnittliche Zunahme innerhalb der Verdoppelungszeit,
auf 100 g des Anfangsgewichts berechnet.

Art	D Tage	T Tage	A g	Z Proz. von A	$\frac{T}{D}$	$\frac{T}{A}$	$\frac{D}{180}$	$\frac{A}{3000}$
Mensch	180	280	3 000	0,556	1,55	0,093	1	1
Pferd	60	340	50 000	0,166	5,66	0,007	$\frac{1}{3}$	16,66
Rind	47	280	35 000	0,213	5,96	0,008	$\frac{1}{4}$	11,66
Ziege	20	150	—	5,0	7,5	—	$\frac{1}{6}$	—
Schwein	16	116	1 500	6,25	7,25	0,077	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{2}$
Meerschweinchen .	13	—	50	7,7	—	—	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{60}$
Schaf	12	147	3 900	8,33	12,25	0,038	$\frac{1}{15}$	1,3
Katze	9	56	120	11,1	6,22	0,467	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{25}$
Hund	8	63	280	12,5	7,87	0,225	$\frac{1}{22}$	$\frac{1}{11}$
Kaninchen	6	30	60	16,6	5,0	0,5	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{50}$
Ratte	6	28	5	16,6	5,6	5,6	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{600}$
Maus	$4\frac{1}{2}$	23	1	24,52	5,1	23,0	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{3000}$

